

【特許請求の範囲】

【請求項1】 プログラムされたコンピュータであって、ネットワークに接続するネットワーク接続手段と、カラー画像を表示するカラー画像表示手段と、カラーカメラあるいはセンサにより前記カラー画像表示手段の再現特性と観察照明条件を取得し、前記ネットワークを介して取得したカラー画像に色変換を施し、前記カラー画像表示手段に出力する色変換手段とを具備することを特徴とする色再現端末装置。

【請求項2】 プログラムされたコンピュータであって、ネットワークに接続するネットワーク接続手段と、カラー画像を表示するカラー画像表示手段と、カラーカメラあるいはセンサにより前記カラー画像表示手段の再現特性と観察照明条件を取得し、前記ネットワークを介して取得したカラー画像に、ネットワーク経由でダウンロードした色変換プロファイルと色変換プログラムの少なくとも1つを用いて色変換を施し、前記カラー画像表示手段に出力する色変換手段を具備することを特徴とする色再現端末装置。

【請求項3】 カラー画像の再現特性と観察照明条件の取得は、ディスプレイ観測カメラ、人物撮像カメラあるいは照明光センサの少なくとも1つを具備して実施することを特徴とする請求項1または2記載の色再現端末装置。

【請求項4】 カラー画像表示手段は、液晶ディスプレイ、CRTディスプレイあるいはプロジェクター装置であることを特徴とする請求項1または2記載の色再現端末装置。

【請求項5】 カラーカメラは、デジタルスチルカメラ、デジタルビデオカメラあるいはマルチスペクトルカメラのいずれかであることを特徴とする請求項1または2記載の色再現端末装置。

【請求項6】 カラーカメラは、カメラヘッド位置移動機構によって操作者自身を撮像すると共にカラー画像表示手段の表示面を撮像が可能であることを特徴とする請求項1または2記載の色再現端末装置。

【請求項7】 色変換手段は、色票データと複数のカメラプロファイルとプロファイル作成プログラムと色変換部プログラムのいずれかを蓄積しているか、あるいはネットワーク経由でダウンロードすることによりユーザ端末のカラー画像表示手段のディスプレイプロファイルを作成あるいは変更・修正・追加することを特徴とする請求項1または2記載の色再現端末装置。

【請求項8】 カラーカメラあるいはセンサは、常時あるいは間欠的にディスプレイ上の特定部位を撮像・観測することを特徴とする請求項1または2記載の色再現端末装置。

【請求項9】 色変換手段は、カラー画像の三刺激値をカラーカメラあるいは照明光センサからの観察照明情報によって色順応補正する処理を含むことを特徴とする請

求項1から3のいずれかに記載の色再現端末装置。

【請求項10】 色変換手段は、カメラの分光特性と撮影照明分光情報から被写体の分光分布を推定し、次に観察照明分布情報を照明センサから取得することにより観察照明下での三刺激値を推定し、前記三刺激値を再現することを特徴とする請求項9記載の色再現端末装置。

【請求項11】 Pバンドからなるマルチスペクトルカラー画像を入力する手段と、カラーディスプレイ、あるいはプロジェクタの出力系のQ個の原色 ($Q \geq R$) へ変換する色変換手段とを具備することを特徴とする色再現端末装置。

【請求項12】 Pバンドからなるマルチスペクトルカラー画像を入力する手段と、分光分布を近似するR個の基底ベクトルを用いてR次元に変換し ($P \geq R$)、次にR次元からカラーディスプレイ、あるいはプロジェクタの出力系のQ個の原色 ($Q \geq R$) へ変換する色変換手段とを具備することを特徴とする色再現端末装置。

【請求項13】 Pバンドからなるマルチスペクトルカラー画像を入力する手段と、3次元の三刺激値あるいはカラーアピランスモデルの複数の属性に変換し、次に3次元からカラーディスプレイ、あるいはプロジェクタの出力系のQ個の原色 ($Q \geq 3$) へ変換する色変換手段とを具備することを特徴とする色再現端末装置。

【請求項14】 少なくとも1つ以上の請求項1から13のいずれかに記載の色再現端末装置と、色変換プロファイルおよび色変換プログラムを蓄積し、前記色再現端末装置に要求により供給する色再現サーバ装置とを具備し、それぞれをネットワークで接続したことを特徴とするネットワーク色再現システム。

【請求項15】 少なくとも1つ以上の請求項1から13のいずれかに記載の色再現端末装置と、色変換プロファイルおよび色変換プログラムを蓄積し、前記色再現端末装置に要求により供給する色再現サーバ装置と、画像データを蓄積した画像サーバ装置とを具備し、それぞれをネットワークで接続したことを特徴とするネットワーク色再現システム。

【請求項16】 色再現サーバ装置は、カラー画像情報処理に関連する色票データ、複数のカメラプロファイル、sRGBプロファイル、色変換プログラムまたは色変換プロファイル作成プログラムの少なくとも1つを蓄積しており、ネットワーク経由で色再現端末がダウンロードできることを特徴と請求項14または15記載のネットワーク色再現システム。

【請求項17】 色再現端末装置は、カラーカメラにて撮像された複数バンドのカラー信号から元の分光分布を推定する推定プログラムを搭載しているか、あるいは色再現サーバ装置からダウンロードすることにより、ネットワークからダウンロードされた上記複数バンドからなるカラー画像撮像データの分光分布を推定することを特徴とする請求項14または15記載のネットワーク色再

現システム。

【請求項18】 色再現サーバ装置は、複数バンドからなるカラー画像と、カラー画像の撮像時照明の分光分布情報、撮像に用いたカラーカメラのフィルタ分光特性情報、カラー画像の被写体の分光分布の基底ベクトル情報のいずれかを蓄積していることを特徴とする請求項14または15記載のネットワーク色再現システム。

【請求項19】 カラー画像は、動画像であることを特徴とする請求項1、2、11、12、13のいずれかに記載の色再現端末装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、カラーディスプレイ端末および前記端末を用いるネットワーク色再現システムに関する。

【0002】

【従来の技術】近年、カラーマネジメント技術の分野では、スキャナ、ディスプレイ、プリンタなどのデバイスの間のカラーマッチングを図るためコンピュータのOSレベルでソフトウェア的な仕組みが組み込まれるようになっている。このCMS（カラーマネジメントシステム）の機能は、あらかじめ各カラーデバイス毎に「色変換プロファイル」とよばれるデバイス色変換特性情報を用意しておき、PC（パーソナルコンピュータ）のOS（オペレーションシステム）に組み込まれた色変換部がカラー画像を前記プロファイルに基づき色変換実行することによりデバイス値と色彩値の間の変換をする。このようなディスプレイ特性の測定とデバイスのモデル化を以降「キャラクタライゼーション」と呼ぶ。カラー機器の色変換プロファイルは、カラー機器メーカーにてデバイス測定と計算アルゴリズムから生成され、機器購入時に機器と一緒にユーザに与えられる。

【0003】しかし、現在のところカラーマネジメントが実用的に有効に働いている分野は極めて少ない。それは以下のような理由による。

【0004】第1に、カラーデバイスというものは一般に個体差や経時変化がつきものであり、これをモデル化（キャラクタライゼーション）しようとしてもメーカーが提供する平均的な色変換プロファイルを使う以上、色再現精度が悪くなってしまう。

【0005】また、カラーディスプレイの色再現特性は、ディスプレイ自身のみならずユーザPCに使用しているディスプレイカードの特性にも大きく左右される。従って各ユーザは、各自で自分のデバイスのキャラクタライゼーションを適宜実施することが望ましい。しかし、これには各種測定が必要となる。

【0006】図20には、従来の技術によるディスプレイのキャラクタライゼーション、あるいはキャリブレーションの方法を示している。パソコン（PC）2004とディスプレイ2005を色再現端末とすると、色彩計

2001をディスプレイに吸着させて色信号を読みとり、測定器インタフェース2002を介してPCにケーブル2003を経由してデータを流すことによりPC側の専用ソフトウェアによりディスプレイ・プロファイルが作成・あるいは経時変化に対する微調整が行われる。しかし、本来不必要な測定装置を入手すること、あるいはディスプレイを使用する前にこのような設定で1回ずつ測定を行うことは一般ユーザにとっては煩わしいものであり実用的とはいえなかった。

【0007】第2に、最近のPCはカラーマネジメントをOSレベルで実現しているが、ネットワークで接続された不特定多数のPCの中にはカラーマネジメント自体をサポートしていないOSも多数あるという事実である。これらのPCはカラーマネジメント自体を実行できない。

【0008】第3に、最近特に問題視されているクロスメディア色再現の問題がある。これは、異なる照明条件での色再現や異なるメディア（ディスプレイやハードコピー）の色同士の再現は従来の測色的な色再現では達成できないということである。照明が異なると、一定の照明下でディスプレイを見る場合の影響が異なるため同じ色見えにならないことがあげられる。この部分の変換手法などは未解決のままである。

【0009】

【発明が解決しようとする課題】第1に、世界中のユーザがネットワークを通じて正確な色再現をするサービスを受けるためには、各ユーザが自分の持つディスプレイをプロファイルを作成することにより正確に補正する必要があるが、しかし、測定器を用いた本格的ツールでは、ユーザへの負担が重すぎるという課題を有している。

【0010】本発明は、このような色再現端末における簡易で、安価に、正確な色補正を行う方法を提供する「キャラクタライゼーション」「キャリブレーション」を行うことができないという課題を解決し、ユーザ端末の個体差や経時変化によらない正確な色再現が実現できる。

【0011】また、第2に、ネットワークで接続されたさまざまな不特定多数のPC、インターネット端末において、カラーマネジメント自体をサポートしていなくても、インターネットを介して色変換プログラムや色変換プロファイルをダウンロードして実行する仕組みによって世界上のあらゆるコンピュータ上でカラーマネジメントが実行出来る。

【0012】また、第3に、今後想定されるカラー画像アプリケーションにおいては異なる照明条件での色再現や異なるメディア（ディスプレイやハードコピー）の色同士の再現でも、ユーザ側の色再現端末装置上で撮像時や観察時の照明によらない正確な色再現を実現できる。

【0013】

【課題を解決するための手段】色再現端末装置およびネットワーク色再現システムにおいては上記の課題を解決するために以下のような手段を講じている。

【0014】まず、第1の課題に対しては、本発明のユーザ端末である色再現端末装置においては、特性が既知のカラーカメラを付属し、これを用いて離れた位置からディスプレイ管面を常時、あるいは適宜撮像してディスプレイの色再現特性を測定することによりユーザのカラーディスプレイ個体に最適なディスプレイプロファイルが自動的に作成する。双方向のTV会議や遠隔医療システムなどのアプリケーションにおいてはユーザ側にディスプレイとカラーカメラが通常存在するためカラーカメラを用いることは新たな装置の増加にはならず安価で簡易である。

【0015】また、IEC/TC100（国際電気標準会議）などで定められているディスプレイ測定方法では、特にLCD（液晶）ディスプレイの場合、一定距離からの測定が規定されているが、このような測定への対応も可能である。プロファイルの作成部は、アルゴリズムの自由度をあげるため、ユーザ端末内には存在せずネットワーク上の色再現サーバに存在する。ユーザ端末では、ディスプレイの測定に使用するカラーカメラの特性、ディスプレイ特性の測定に用いるカラー色票データを色再現サーバからダウンロードしてから測定し、結果を再び色再現サーバに送付する。色再現サーバは、このデータに基づいてユーザのディスプレイプロファイルを作成するのでユーザ端末は自分のディスプレイ向きに最適化された色変換プロファイルを自動的にダウンロードできる。

【0016】また、第2の課題に対しては、本ネットワーク色再現システムにおいては、前記の色再現サーバ上にユーザ端末上で実行可能な色変換部プログラムをおき、ユーザ端末がこのプログラムを自動ダウンロードして用いてカラーマネジメントを実行することで解決を図っている。この仕組みは現在のインターネットにおけるWWWブラウザとJAVAアプレットなどの枠組みで実行が可能である。

【0017】第3の課題に対しては、本色再現端末は簡単な照明光センサを具備し、これを用いてユーザのカラーカメラ撮像環境光やディスプレイ観察の際の周囲光を観測する。そして、この照明光情報によって、ユーザ端末に表現される測色値XYZを補正することにより暗室環境下から一般室内、さらに屋外までの様々な環境の下でディスプレイの再現色を正確に補正する。

【0018】また、色再現の目標は従来のXYZ値（三刺激値）を合致されるという方針のみならず、「色の見え」（カラーアピランス）の一致、分光分布の一致などの複数の再現方針を考慮している。

【0019】

【発明の実施の形態】本発明の請求項1に記載の発明

は、プログラムされたコンピュータであって、ネットワークに接続するネットワーク接続手段と、カラー画像を表示するカラー画像表示手段と、カラーカメラあるいはセンサにより前記カラー画像表示手段の再現特性と観察照明条件を取得し、ネットワークを介して取得したカラー画像に色変換を施し、前記カラー画像表示手段に出力する色変換手段とを具備することを特徴とする色再現端末装置であり、ユーザ端末上でディスプレイの個体差や経時変化、ディスプレイカードなどのハードウェア環境を全て補償した正確なディスプレイの色再現を確立できるという作用を有する。

【0020】請求項2に記載の発明は、プログラムされたコンピュータであって、ネットワークに接続するネットワーク接続手段と、カラー画像を表示するカラー画像表示手段と、カラーカメラあるいはセンサにより前記カラー画像表示手段の再現特性と観察照明条件を取得し、ネットワークを介して取得したカラー画像に、ネットワーク経由でダウンロードした色変換プロファイルおよび色変換プログラムを用いて色変換を施し、前記カラー画像表示手段に出力する色変換手段を具備することを特徴とする色再現端末装置であって、色再現端末自身にカラーマネジメント機能を備えていなくてもネットワーク経由でカラーマネジメント機能自身をダウンロードして実行できるという作用を有する。

【0021】請求項3に記載の発明は、請求項1または2記載の色再現端末装置において、カラー画像の再現特性と観察照明条件の取得は、ディスプレイ観測カメラ、人物撮像カメラあるいは照明光センサの少なくとも1つを具備して実施することを特徴とするものであって、人物の撮像とディスプレイ管面の観測を両方同時に実行できる作用を有する。

【0022】請求項4に記載の発明は、請求項1または2記載の色再現端末装置において、カラー画像表示手段は、液晶ディスプレイ、CRTディスプレイあるいはプロジェクター装置のいずれかであることを特徴とするものであって、様々なカラー画像表示手段において統一的に本発明が実現可能であるという作用を有する。

【0023】請求項5に記載の発明は、請求項1または2記載の色再現端末装置において、カラーカメラは、デジタルスチルカメラ、デジタルビデオカメラあるいはマルチスペクトルカメラのいずれかであることを特徴とするものであって、特に安価なカメラを用いてディスプレイ管面を観測することでコスト的に有利になるという作用を有する。

【0024】請求項6に記載の発明は、請求項1または2記載の色再現端末装置において、カラーカメラは、カメラヘッド位置移動機構によって操作者自身を撮像すると共にカラー画像表示手段の表示面を撮像が可能であることを特徴とするものであって、通常人物を撮影するために用いられる小型カラーカメラをディスプレイ管面の

観測に共用できるという作用を有する。

【0025】請求項7に記載の発明は、請求項1または2記載の色再現端末装置において、色変換手段は、色票データと複数のカメラプロファイルとプロファイル作成プログラムと色変換部プログラムのいずれかを蓄積しているか、あるいはネットワークからダウンロードすることによりユーザ端末のカラー画像表示手段のディスプレイプロファイルを作成あるいは変更・修正・追加することとを特徴とするものであって、ユーザが自分の使用する色再現端末の色再現特性を随時最適化できるという作用を有する。

【0026】請求項8に記載の発明は、請求項1または2記載の色再現端末装置において、カラーカメラあるいはセンサは、常時あるいは間欠的にディスプレイ上の特定部位を撮像・観測することとを特徴とするものであって、ユーザが特に指令することなく、色再現端末自身が色再現特性を常時、自動的に最適化する作用を有する。

【0027】請求項9に記載の発明は、請求項1から3のいずれかに記載の色再現端末装置において、色変換手段は、カラー画像の三刺激値をカラーカメラあるいは照明光センサからの観察照明情報によって色順応補正する処理を含むことを特徴とするものであって、異なる照明条件で撮影された画像を再現する場合の色の見え違いを色再現端末側にて補正する作用を有する。

【0028】請求項10に記載の発明は、請求項9記載の色再現端末装置において、色変換手段は、カメラの分光特性と撮影照明分光情報から被写体の分光分布を推定し、次に観察照明分布情報を照明センサから取得することにより観察照明下での三刺激値を推定し、前記三刺激値を再現することとを特徴とするものであって、一旦画像の分光分布を推定してから観察照明下で三刺激値を計算することにより、照明が変化することによる色の見えの違いを色再現端末側には補正する作用を有する。

【0029】請求項11に記載の発明は、Pバンドからなるマルチスペクトルカラー画像を入力する手段と、カラーディスプレイ、あるいはプロジェクタの出力系のQ個の原色 ($Q \geq R$) へ変換する色変換手段とを具備することを特徴とする色再現端末装置であって、カラー画像の被写体の分光分布自身をカラー画像表示手段にて再現可能ないわゆる分光の色再現が実現可能であるという作用を有する。

【0030】請求項12に記載の発明は、Pバンドからなるマルチスペクトルカラー画像を入力する手段と、分光分布を近似するR個の基底ベクトルを用いてR次元に変換し ($P \geq R$)、次にR次元からカラーディスプレイ、あるいはプロジェクタの出力系のQ個の原色 ($Q \geq R$) へ変換する色変換手段とを具備することを特徴とする色再現端末装置であって、Q個の原色を使用した場合、色補正により分光再現に近い色再現ができる作用を有する。

【0031】請求項13に記載の発明は、Pバンドからなるマルチスペクトルカラー画像を入力する手段と、3次元の三刺激値あるいはカラーアピランスモデルの複数の属性に変換し、次に3次元からカラーディスプレイ、あるいはプロジェクタの出力系のQ個の原色 ($Q \geq 3$) へ変換する色変換手段とを具備することを特徴とする色再現端末装置であって、照明順応やカラーアピランス補償を施した三刺激値あるいはカラーアピランス色属性に近い色再現ができる作用を有する。

【0032】請求項14に記載の発明は、少なくとも1つ以上の請求項1から13のいずれかに記載の色再現端末装置と、色変換プロファイルおよび色変換プログラムを蓄積し、前記色再現端末装置に要求により供給する色再現サーバ装置とを具備し、それぞれをネットワークで接続したことを特徴とするネットワーク色再現システムであり、色再現サーバの存在によってユーザの色再現端末上でカラーマネジメントをサポートしていなくても正確な色再現ができるという作用を有する。

【0033】請求項15に記載の発明は、少なくとも1つ以上の請求項1から13のいずれかに記載の色再現端末装置と、色変換プロファイルおよび色変換プログラムを蓄積し、前記色再現端末装置に要求により供給する色再現サーバ装置と、画像データを蓄積した画像サーバ装置とを具備し、それぞれをネットワークで接続したことを特徴とするネットワーク色再現システムであり、色再現サーバの存在によってユーザの色再現端末上でカラーマネジメントをサポートしていなくても画像サーバ上の画像の正確な色再現表示ができるという作用を有する。

【0034】請求項16に記載の発明は、請求項14または15記載のネットワーク色再現システムにおいて、色再現サーバ装置は、カラー画像情報処理に関連する色票データ、複数のカメラプロファイル、sRGBプロファイル、色変換プログラムまたは色変換プロファイル作成プログラムの少なくとも1つを蓄積しており、ネットワーク経由で色再現端末がダウンロードできることを特徴とするものであって、カラーマネジメントに関する各種アルゴリズムをネットワーク上に置くことによりカラーマネジメント機能をサポートしていないオペレーションシステムで動作している色再現端末でもカラーマネジメント機能を実現できるという作用を有する。

【0035】請求項17に記載の発明は、請求項14または15記載のネットワーク色再現システムにおいて、色再現端末装置は、カラーカメラにて撮像された複数バンドのカラー信号から元の分光分布を推定する推定プログラムを搭載しているか、あるいは色再現サーバ装置からダウンロードすることにより、ネットワークからダウンロードされた上記複数バンドからなるカラー画像撮像データの分光分布を推定することとを特徴とするものであって、色再現端末側では常に最新の分光分布推定アルゴリズムを使用できるという作用を有する。

【0036】請求項18に記載の発明は、請求項14または15記載のネットワーク色再現システムにおいて、色再現サーバ装置は、複数バンドからなるカラー画像と、カラー画像の撮像時照明の分光分布情報、撮像に用いたカラーカメラのフィルタ分光特性情報、カラー画像の被写体の分光分布の基底ベクトル情報のいずれかを蓄積していることを特徴とするものであって、カラー画像コンテンツのみならず画像撮像時の各種情報を蓄積していることにより色再現端末上で正確な色再現が可能になる作用を有する。

【0037】請求項19に記載の発明は、請求項1、2、11、12、13のいずれかに記載の色再現端末装置において、カラー画像は、動画画像であることを特徴とするものであって、カラー静止画像のみならずカラー動画についても正しい色再現が可能になるという作用を有する。

【0038】以下、本発明の実施の形態について図1から図19を用いて説明する。

【0039】(実施の形態1) 図1に、本発明の実施の形態1に関わる色再現端末装置の構成図の例を示し、以下に説明する。

【0040】本色再現端末装置では、ネットワーク経由で種々のカラー画像がダウンロードされカラーディスプレイ上で正しく表示する機能を持つ。このため、CPU106を中心に、ネットワークI/F(インタフェース)112、メモリ108、ハードディスク109、カラーディスプレイ/プロジェクター105、カラーカメラ101、照明光センサ102および入力手段110、出力手段111とから構成される。

【0041】カラーカメラ101は、遠隔医療・TV会議における対話的な画像や映像の撮像のほか、カラーマネジメント目的のディスプレイ105管面測定に使用される。また、照明光センサ102は、同じくカラーマネジメントの目的でカメラ101撮像が行われる画像入力環境やディスプレイ105が置かれている観察環境での照明情報を取得する。このようなコンピュータシステムでは、オペレーティングシステム(OS)がカラーマネジメントシステム(CMS)を内蔵している場合としない場合があるが、本発明では両方を考慮し特に制限はしない。

【0042】本発明では、ユーザディスプレイ管面の測定用として特殊なセンサを用いず、通常TV会議に用いるような安価で簡易なカラーカメラを用いる。カラーカメラの支持体やカメラヘッドを工夫してカメラの向きと位置を可動式とすることにより、ディスプレイ上の表示色を観察者の視点に近い位置から測定できる。これらの工夫によって安価で正確なディスプレイの測色ができる。

【0043】図2は、本発明の色再現端末装置の外観を示している。図2において、201はCPUなどを含ん

だ本体コンピュータシステムであり、202はカラーディスプレイ管面、203はカラーカメラヘッドであり、204のカメラアームで支持されている。カメラアーム204は、205のディスプレイ台に接続されて可動し、カメラヘッドも自由に回転できる。これらの機構によりカラーカメラヘッド203をディスプレイ管面202に対して自由な位置に固定することができる。また、図2は、概念を示したものでありこの例他にも様々な実際の機構は考えられる。また、図2には図示されていないがカメラからの信号はディスプレイ台205経由で本体コンピュータシステム201に入力される。この信号は、アナログまたはデジタルの映像信号である。206は、照明光センサであり、ディスプレイ管面202やカラーカメラ203の観察照明情報を取得するために用いられる。なお、照明光センサ206は、カラーカメラ203のレンズ部にフィルタを装着し信号処理することによって代用することも可能である。

【0044】図3は、本色再現端末装置の3種類の動作におけるカラーカメラヘッド203の設定の様子を示している。

【0045】まず、図3の301は、ディスプレイのキャラクタライゼーションあるいはキャリブレーションのためディスプレイ202の色再現特性を測定する場合を示す。カラーカメラ203をディスプレイ管面202に向けて表示色、あるいは色票302を撮像し、コンピュータ201にとりこむ。このとき室内照明は、通常暗室状態とするのが望ましい。カラーカメラ203は、ディスプレイ202に正対してユーザが通常使用する距離にセットされることが望ましく、カメラアーム204はそのための自由度を備えているものとする。

【0046】次に、図3の310は、本色再現端末装置を用いて電子ショッピングや電子美術館などカラー画像をネットワーク経由でディスプレイ202に表示させて観察するアプリケーションの場合のセッティングを想定している。この場合、カラーカメラ203は不要であり、ディスプレイ前面にある邪魔なため折りたたみ位置にある。もちろんカラーカメラ203は、常時管面を撮像してディスプレイ202のカラーマネジメントを実行してもよい。

【0047】次に、図3の320では、遠隔医療やTV会議などのアプリケーションを想定しており、互いにユーザ322の顔をカラーカメラ203にて撮像した映像・静止画像を伝送しあうためにカラーカメラ203はヘッドを回転させてユーザ322の顔面を撮像する位置にセットする。

【0048】以上、図3においては、ディスプレイとしてCRT(ブラウン管)やLCD(液晶)を前提としてきたが、図4ではプロジェクターを用いた場合を描いている。図4において401はディスプレイの代わりに接続されたプロジェクタ、402はスクリーン、403は

投影されたカラー画像、404はカメラヘッドをスクリーンに向けて測色を実施する場合の様子を、405はユーザ自身を撮像する様子をそれぞれ示している。以降、ディスプレイという用語にはプロジェクターの場合も含んで示すものとする。

【0049】次に、図5において、本色再現端末装置のCMS（カラーマネジメントシステム）の処理の概念図を示し、以下に詳細に説明する。現在の多くのコンピュータでは、OS（オペレーションシステム）にCMS（カラーマネジメントシステム）が組み込まれている。これによって画像アプリケーションの違いによる色再現の差をなくすることができる。

【0050】CMSは、色変換部506と呼ばれるカラー画像の色変換処理を実行するソフトウェアモジュールと色変換プロファイル504と呼ばれるディスプレイ等の各カラーデバイスの色再現特性ファイルの2つから構成される。色変換プロファイル504は、カラーカメラ、カラーディスプレイなどカラーデバイスを作ったメーカーから供給される。そして、CMS（カラーマネジメントシステム）においては、ソース側のデバイスの色変換プロファイルによりカラー画像がデバイス依存の色空間からデバイス非依存の色空間であるXYZに変換され、次にディスプレイ側の色変換プロファイルによりデバイス非依存の色空間から再びデバイス依存の色空間に変換される。

【0051】例えば、インターネット上のカラー画像を自分のディスプレイで観察する場合、インターネット上のカラー画像は標準のRGBであるsRGB色空間で表現されることが多い。そこでインターネット501経由で送られてきたカラー画像502はユーザPC上の色変換部506（色変換ソフトウェアモジュール）において、sRGB信号からsRGBプロファイル503を用いてXYZに変換され、XYZからユーザのディスプレイ・プロファイル504を用いてXYZからRGBに変換されてディスプレイ上508に表示されることにより、正しいRGB値でのカラー表示が行われる。

【0052】しかし、このようにXYZを一致させて色再現を行う方法、すなわち測色的色再現は多様されているが本当に正確であるとは言いがたい。その理由としては、まず第1に同じXYZを表示しようとしてもディスプレイ毎に出力できる最大輝度や色域が異なり何らかの色域マッピングを行なうため色ずれを生じるからである。

【0053】第2に、そもそもXYZ値を同一にする測色的色再現は、同一照明下で同一種類のメディアを観察する場合のみ成立し照明が異なる場合や実際の被写体とディスプレイ上の画像を見比べる場合には成立しないためである。特に、カラーアピランス（色の「見え」）のモデルが「クロスメディア間色再現」の名の下で研究され標準化が進められている最中であり、アルゴリズムは今後も発展の可能性がある。

【0054】以上のような課題を解決するため本発明の色再現端末装置では、ユーザのディスプレイやディスプレイが設置されている環境の照明光を測定するためのセンサを完備している。さらに測定値から色変換プロファイルを作成したり、色変換プロファイルを用いて実際の色再現を行う色変換部などは今後のカラーアピランスモデルの研究成果が次々と標準化されることを予想して、固定的なモジュールとして固定される構成以外にもネットワーク上に設けられた独自の色再現サーバからダウンロードする構成を許している。以下に詳細に説明する。

【0055】図5、図6に本発明における色再現端末装置内部のソフトウェア構成を示した。図5は、色再現端末のOS自体にCMSが組み込まれている場合、図6はCMSは非組み込みの場合であり、ネットワーク601から色変換ソフトウェアモジュールを色変換部604にダウンロードした場合を想定して説明する。特に、図6では、CMS（カラーマネジメント）機能はOSレベルではなくネットワーク・ブラウザなどのアプリケーションレベル606で色変換を実現することとなる。

【0056】図7には、本発明におけるネットワーク色再現システムの構成を示す。ネットワーク707上にユーザ端末である色再現端末装置705と色再現サーバ706が存在する。色再現サーバ706上には、色再現端末装置のディスプレイのキャラクタライゼーションを行う際に必要となる色票データ701、ユーザ端末のカメラの色変換プロファイルを蓄積するカメラプロファイルデータベース702、ユーザ端末のディスプレイプロファイルを作成するためのプロファイル作成プログラム703、ユーザ端末にダウンロードされ色変換を実行する色変換部プログラム704が蓄積されている。ここで、色票データ701は、RGBデータで表現された数十個のカラーパッチデータでありディスプレイ色再現特性を測定するために使用される。

【0057】カメラプロファイルデータベース702は、基本的にカメラメーカーが各製品毎に作成するものでありユーザ端末側の色再現端末装置705で使用されているカメラの型番などの情報からカメラの撮像特性をネットワーク707を介してダウンロードできる。プロファイル作成プログラム703は、後述するディスプレイ・プロファイルを作成するためのプログラムである。色変換部プログラム704は、色再現サーバ706上ではなくユーザ端末側の色変換端末装置705上に送り込まれて色変換を実行するモジュールである。

【0058】以下、本ネットワーク色再現システムで色再現を行う手順を説明する。最初にユーザは、自分の色再現端末装置705のデバイスをキャリブレーションする必要があるが、本実施形態ではこれをユーザ端末で備え付けのカラーカメラを用いてディスプレイを撮影し、データを色再現サーバに送ってディスプレイプロファイ

ルを作成してもらい、これをダウンロードすることで実現している。この手順を図8に示す。

【0059】ステップ801で色再現端末装置705側の要求により色再現サーバ706から複数色の色票データ701がRGBデータ形式で送出される。ステップ802で色再現端末装置705がネットワーク707を介して色票データ701を取得し、ステップ803においてディスプレイ202に色票データ701を表示する。

【0060】次に、ユーザ端末側の色再現端末装置705では、ユーザが図3の301で示したカメラ位置状態にセットし、ステップ804にてディスプレイ202上の色票画像をカメラ203で撮像する。撮像されたカラー色票画像はデータ量削減のため画像から各色票の代表複数画素の平均値を計算するなどの方法を経た後、色票データ701を撮像したデータをRGBデータにて取得する。このRGBデータ値は、色票データをカメラで読み取ったものであり元の色票のRGB値とは異なり、値にはディスプレイの発色特性とカメラの撮像特性の2つが関与している。

【0061】ステップ805において、この色票を撮像したRGBデータは、色再現サーバ706に送出される。ステップ806では、色再現サーバ706上で上記RGBデータを取得する。ステップ807では、ユーザ端末側の色再現端末装置705からこの色票データ701の撮像に用いたカメラ203の機種等のカメラ情報が色再現サーバ706に送出される。

【0062】ステップ808では、色再現サーバ706側で取得したカメラ情報に基づいてカメラプロフィールデータベース702を検索して、カメラプロフィールを選択し、ステップ809でユーザ端末側の色再現端末装置705に送出する。ステップ810で、ユーザ端末側の色再現端末装置705は、カメラプロフィールを取得する。ここで、カメラ情報とは、具体的には使用しているカメラの製品番号などであり色再現サーバ706側に各々の機器ごとにあらかじめカメラプロフィールデータベース702として蓄積され、そこから選択することになるが、これはカメラのCCDや色フィルタの特性は個体差や経時変化が比較的小さいと考えられるためである。

【0063】ステップ811において、色再現サーバ706側では、カメラプロフィールを用いて色票データ701をRGBからXYZに変換する。ステップ812では、プロフィール作成プログラム703によりステップ811で変換されたXYZデータを用いることで、ユーザ端末側の色再現端末装置705のディスプレイ・プロフィールを求めることができる。これは、ユーザ端末側の色再現端末装置705のディスプレイ202で色票データ701を発色したときに再現された色であるから、ディスプレイの色再現特性が計算可能であるためである。

【0064】ステップ813にて、色再現サーバ706側で算出されたディスプレイ・プロフィールはユーザ端末側の色再現端末装置705に送出し、ユーザ端末側の色再現端末装置705は自分のディスプレイ・プロフィールを取得することができる。

【0065】このように本実施例では、ディスプレイ・プロフィール作成アルゴリズムはユーザ端末外の色再現サーバ上に置かれているためプロフィール作成アルゴリズムは自在にバージョンアップ・高度化可能でありユーザにとって様々なメリットがある。

【0066】(実施の形態2) 図9に、本発明の実施の形態2における色再現端末装置の構成図を示し、以下に説明する。実施の形態1とは、別の実施形態であり、図1との違いは人物撮像カメラ901とディスプレイ観測カメラ902とを備えることである。図10に示すように、人物撮像カメラ1001は本色再現端末装置のユーザの顔を撮像し、ディスプレイ観測カメラ1002はディスプレイ1003上の色票領域1003を常時、あるいは適宜間欠的に観測し画像を取得している。

【0067】この構成によって、カメラは1台増えるが後述する遠隔医療などユーザ同士が対話するアプリケーションにおいて色再現端末装置のカラーマネジメントを常時動作させることができ観察環境での光の時間的な変化にも対応できるメリットがある。

【0068】なお、この構成においても、図8に示す流れ図が適応されるが、実施の形態1と異なり図8のプロセスは1回のみならず、一定のタイミングで常時実施されている。

【0069】(実施の形態3) 図11に、本発明の実施の形態3におけるネットワーク上での電子ショッピングを想定したアプリケーションにおけるネットワーク色再現システムの構成図を示し、以下に説明する。

【0070】本システムの目的とするところは、電子ショッピングのコンテンツである商品カラー画像をユーザ端末側の色再現端末装置上で正しい色にて再現することである。正しい色とは、当該商品をユーザの環境に持ってきた時に再現される色を再現することと定義する。このため、ユーザ端末側の色再現端末装置では、照明・順応補正などの処理も必要になる。

【0071】図11のネットワーク色再現システムにおいて、ネットワーク707にはユーザ端末側の色再現端末装置705と色再現サーバ706が存在するほかに電子ショッピングのコンテンツ画像データ1102および撮影照明情報1104を提供する電子ショッピング用画像サーバ1101が存在する。撮影照明情報とは、電子ショッピングの商品コンテンツを撮影した際の照明の分光分布情報 $E_s(\lambda)$ 、あるいは色度情報 (X_s, Y_s, Z_s) のいずれかである。また、色再現サーバ706には、ユーザ端末側の色再現端末装置705に送り込まれてユーザ側の色再現端末装置上で色変換を行う色変

換部プログラム704およびsRGBプロファイル1103が蓄積されている。

【0072】ここで、sRGBプロファイルとは、sRGB色空間とXYZとの変換特性が記述されているファイルであり固定した計算式で作成されるため特定の機器に依存しないプロファイルである。このsRGBプロファイルは、色再現サーバ上にある必要はなくユーザ端末側に存在してもよい。ここでサーバ上の各カラー画像の色表現は現在ネットワーク世界で事実上の標準となっているsRGB空間と規定する。

【0073】前提としてあらかじめ図7、図8で記した動作でユーザ端末側の色再現端末装置705ではユーザのディスプレイ・プロファイルは既に色再現サーバ706の働きによって取得されているものとする。

【0074】図12は、電子ショッピングにおけるネットワーク色再現システムの色変換動作を示す流れ図である。

【0075】ステップ1201にて、ユーザ端末側の色再現端末装置705の要求により、画像サーバ1201がsRGB形式の画像データを色再現端末装置705に送出する。ステップ1202にて、ユーザ端末側の色再現端末装置705は画像データを受け取る。

【0076】次に、ユーザ端末側の色再現端末装置705は、ステップ1203、1204にて色再現サーバ706から色変換部（色変換ソフトウェアモジュール）を取得する。この色変換部は、プログラムでありユーザ端末上で実行されるモジュールである。次に、ユーザ端末側の色再現端末装置705は、ステップ1205、1206にてsRGBプロファイルを同じく色再現サーバ706から取得する。

【0077】ステップ1207にて、ユーザ端末側の色再現端末装置705の色変換部（色変換ソフトウェアモジュール）により、sRGBプロファイルを用いてsRGBから

$$\begin{bmatrix} L \\ M \\ S \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0.38971 & 0.68898 & -0.07868 \\ -0.22981 & 1.18340 & 0.04641 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} XA \\ YA \\ ZA \end{bmatrix} = M \begin{bmatrix} XA \\ YA \\ ZA \end{bmatrix} \dots\dots(式1)$$

【0083】次に、撮影照明情報Aから観察照明情報Bへの順応変換が行われる。そして変換された（L' M' S'）をXYZに再度変換して（ステップ1304）、照明光Bでの（XB YB ZB）を得る（ステップ1

$$\begin{bmatrix} XB \\ YB \\ ZB \end{bmatrix} = M^{-1} \begin{bmatrix} L_{maxB} & 0 & 0 \\ 0 & M_{maxB} & 0 \\ 0 & 0 & S_{maxB} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1/L_{maxA} & 0 & 0 \\ 0 & 1/M_{maxA} & 0 \\ 0 & 0 & 1/S_{maxA} \end{bmatrix} M \begin{bmatrix} XA \\ YA \\ ZA \end{bmatrix} \dots\dots(式2)$$

【0085】ここで、LmaxA、LmaxBは、A、B各々の環境下でのLの最大値、MmaxA、MmaxBはA、B各々の環境下でのMの最大値、SmaxA、SmaxBは各々A、B環境下でのSの最大値を示す。

【0086】次にコントラスト変換を実行する。これ

XYZへの変換を実施する。

【0078】ステップ1208において、撮影照明情報Aが画像サーバ1101からユーザ端末側の色再現端末装置705に送出される。ステップ1209にて、ユーザ側の色再現端末装置705は撮影照明情報Aを取得すると共に、ステップ1210でユーザ端末上の照明センサによってユーザが画像を観察するが取得される。

【0079】ステップ1211にて、これらの撮影照明情報A（1104）と観察照明情報B（1105）に基づきXYZ値の照明・順応・コントラスト補正を実施する。この補正は、照明条件や順応する白の色度により色の見えが異なるという従来のカラーマネジメントの不備を補完するものであり、XYZ値を色の見えが一致するように補正するものである。

【0080】最後に、ステップ1212にて、ユーザ端末側の色再現端末装置705は、既に得られている自分のディスプレイ・プロファイルを用いて照明補正されたXYZ値からディスプレイデバイス値であるRGBに変換し、ステップ1213でディスプレイ上にRGBカラー画像を表示する。

【0081】図13、図14を用いて、ステップ1211の照明・順応・コントラスト補正について詳細に説明する。図13において、XA、YA、ZA値は、図12のステップ1207における画像データの撮像時の三刺激値XYZに相当する（ステップ1301）。この撮影が行われた際の照明光を撮影照明情報Aとする。すると、XA、YA、ZAをHunt-Pointer-Estevéz Transformation（たとえば、Naoya katoh: "Practical Method for appearance match between soft copy and hard copy", SPIE Vol.2170, 1994など）により、錐状体応答値LMSに変換することができる（ステップ1302）。

【0082】

【数1】

305）。これはVon Kries則の変換（同上）によって以下の式で一度に実施できる。

【0084】

【数2】

は、照明の変化でディスプレイのみかけのガンマ値が変化してしまう現象の補正である（ステップ1306）。

【0087】

【数3】

$$XB' - XB'$$

$$YB' - YB'$$

$$ZB' - ZB'$$

【0088】コントラスト変換を行った結果の(X B'、Y B'、Z B')を出力する(ステップ1307)。

【0089】以上の手順により撮影されたコンテンツの被写体と同一の色の見えを色再現端末装置上で再現することが可能になる。

【0090】(実施の形態4)図14に、本発明の実施の形態4における電子ショッピング等のアプリケーションにおける色再現端末装置の照明・順応・コントラスト補正処理の動作フローを示し、以下に説明する。実施の形態3と異なるのは、図12のステップ1211の照明・順応・コントラスト補正の部分のみであり、異なることを説明する。

【0091】また、本実施形態では、ユーザ端末側の色再現端末装置の照明光センサが照明光の分光分布を測定できるものとする。また、実施の形態3では、得られた

$$XA = \int x(\lambda) E_s(\lambda) f(\lambda) d\lambda$$

$$YA = \int y(\lambda) E_s(\lambda) f(\lambda) d\lambda$$

$$ZA = \int z(\lambda) E_s(\lambda) f(\lambda) d\lambda$$

【0095】この(数4)は、無限次元の量 $f(\lambda)$ が積分により3次元の量に変換されていることを示している。無限次元の量 $f(\lambda)$ を推定するためには、この式を逆に解く必要があり、2つの方法を用いる。

【0096】第1の方法は、無限次元の量 $f(\lambda)$ をP次元のベクトルと考えて3次元の量からP次元の量を直

$$X = T f$$

【0098】となる。ここで

【0099】

$$X = (XA \ YA \ ZA)'$$

$$f = (f_1 \ f_2 \ \dots f_r)'$$

$$T = \begin{bmatrix} x_1 E_{s1} & x_2 E_{s2} & \dots & x_r E_{sr} \\ y_1 E_{s1} & y_2 E_{s2} & \dots & y_r E_{sr} \\ z_1 E_{s1} & z_2 E_{s2} & \dots & z_r E_{sr} \end{bmatrix}$$

【0100】となる。ここで、 $3 \times P$ 行列 T は、等色関数 $x(\lambda)$ 、 $y(\lambda)$ 、 $z(\lambda)$ の離散形式である、 x_j, y_j, z_j および撮影照明 E_{sj} から生成される既知の行列である。従って観測量ベクトル X と $3 \times p$ 行列 T から未知ベクトル f を解けばよいが、未知ベクトル f の次元 P は X の次元3よりも大きいので正確には解けず、推定値としてのベクトル f は疑似逆行列解として、

【0101】

【数7】

$$f = T'(TT')^{-1} X \quad \dots \dots \dots (式7)$$

【0102】あるいはウィーナ推定解として

.....(式3)

XYZから錐体応答値LMSを求め、Von-Kries則を用いて色順応予測しコントラスト変換を行ってXYZ値を補正した。これは、主として人間の視覚系特性を用いて「色の見え」を近づける方針であるといえる(「色の見え」マッチング)。一方、本実施形態では、被写体の分光分布を推定し、観察照明下での三刺激値を再現する方針をとる。

【0092】以下に、照明・順応・コントラスト補正処理について、図14を用いて詳細に説明する。

【0093】撮影照明条件 $A(E_s(\lambda))$ に関して算出された三刺激値XYZである(XA, YA, ZA)は、被写体分光分布を $f(\lambda)$ とすると以下の積分で表現される。

【0094】

【数4】

.....(式4)

接推定する方法である。まず、式を離散化して行列表現する。積分は光の可視波長範囲である $\lambda = 380\text{nm} \sim 780\text{nm}$ の間で実行するが λ の関数をすべて、 P 次元のベクトルと表現すると、

【0097】

【数5】

.....(式5)

【数6】

.....(式6)

【0103】

【数8】

$$f = E(TT')^{-1} T' E(f f')^{-1} X \dots \dots \dots (式8)$$

【0104】を得る。ウィーナ推定解では、 $E(f f')$ などの自己相関行列は事前情報により与えることによってベクトル f を推定する。

【0105】第2の方法では、無限次元の量 $f(\lambda)$ の主成分分析などの手法により f が既知の R 次元の基底 $e_i(\lambda)$ と重み a_i の積和で展開表現されることを仮定する。

【0106】

【数9】

$$f(\lambda) = \sum_{i=1}^p a_i e_i(\lambda) \quad \dots\dots\dots (式9)$$

【0107】この式を行列表現すると、

【0108】

$$f = e a$$

【0109】ただし、

【0110】

$$\begin{aligned} f &= (f_1 \ f_2 \ \dots f_p)' \\ a &= (a_1 \ a_2 \ \dots a_R)' \\ e &= \begin{bmatrix} e_1^1 & e_1^2 & \dots & e_1^p \\ e_2^1 & e_2^2 & \dots & e_2^p \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ e_p^1 & e_p^2 & \dots & e_p^p \end{bmatrix} \end{aligned} \quad \dots\dots\dots (式11)$$

【0111】ここで、 e_{ji} は、 j 番目の基底ベクトル $e_j(\lambda)$ を離散表現した i 成分を意味する。この式を(数5)に代入すると、 $3 \times p$ 行列 T と $p \times R$ 行列 e の積である $3 \times R$ 行列 U を用いて

【0112】

【数12】

$$X = T e a = U a \quad \dots\dots (式12)$$

【0113】と表現される。この式からベクトル a を推定するには、3次元から R 次元の推定となり、 R が4～5程度の場合には十分に実用的となる。これにより第一の方法よりは精度の高い推定が行える。推定方法は同じく、疑似逆行列解では、

【0114】

【数13】

$$a = U^+ (U U^+)^{-1} X \quad \dots\dots (式13)$$

【0115】あるいはウィーナ推定解として

【0116】

【数14】

$$a = E\{f f^T\} U^+ (U E\{f f^T\} U^+)^{-1} X \quad \dots\dots (式14)$$

【0117】として得られる。ベクトル a が得られた後に(数9)を用いてベクトル f を求める。ここまですテップ1401の処理である。

【0118】被写体分光分布ベクトル f すなわち、無限次元の量 $f(\lambda)$ が推定できた後に照明光センサからの観察照明情報 $B(E_o(\lambda))$ を得て、被写体分光分布無限次元の量 $f(\lambda)$ と観察照明情報 $B(E_o(\lambda))$ の積によって観察照明下での三刺激値 $XYZ(XA' YA' ZA')$ を計算する(ステップ1402)。

【0119】

【数15】

$$\begin{aligned} XA' &= \int x(\lambda) E_o(\lambda) f(\lambda) d\lambda \\ YA' &= \int y(\lambda) E_o(\lambda) f(\lambda) d\lambda \\ ZA' &= \int z(\lambda) E_o(\lambda) f(\lambda) d\lambda \end{aligned} \quad \dots\dots\dots (式15)$$

【0120】(実施の形態5) 図15に、本発明の実施の形態5における電子ショッピングなどのアプリケーション

【数10】

$$\dots\dots\dots (式10)$$

【数11】

$$\dots\dots\dots (式11)$$

ョンにおけるネットワーク色再現システムの構成図を示し、以下に説明する。

【0121】実施の形態4と異なるのは、本実施形態では画像被写体の分光分布を推定し、それを出力端末上で多原色プロジェクタや多原色ディスプレイにて再生する色再現を目標とすることにある。多原色色再現を行うことにより、2つの利点が生まれる。第1に、三刺激値 XYZ のみを合致させる再現と異なり被写体の分光分布自身を再生する分光の色再現がしやすくなることである。分光の色再現を実現できれば従来問題だった XYZ 色彩値を同一にしても照明により見え方が異なるという問題が解決できる。第2に、三原色再現よりも広い色域(Gamut)再現を実現できることである。

【0122】図15に示すように電子ショッピングにおけるネットワーク色再現システムは、色再現サーバ706と電子ショッピング用画像サーバ1101および色再現端末装置1506から構成されている。色再現サーバ706には、被写体分光分布推定プログラム1501が蓄積されている。これは、色再現サーバ706から色再現端末装置1506へ送られて動作するもので、色再現サーバ706上で動作すると巨大な分光特性画像データをネットワーク707を介して転送することになるからである。画像サーバ1101には、コンテンツである画像データ1102が蓄積されている。画像データ1102の蓄積形態は、分光分布データあるいは圧縮分光データとすることも可能であるが、データ量が多くなりすぎるため、本実施形態では通常のカラカメあるいはマルチスペクトルカメラで撮影された N バンドカラー画像とする。($N=3$ のとき通常のカラカメで撮像された RGB 画像になる)。

【0123】一般に被写体である自然物の分光分布は、無限次元であるがデジタル的には M 次元のデータとする($M > N$)。この M は、通常可視域である 380nm から 780nm の約 400nm スペクトル範囲を 4nm 刻みでサンプリングした 100 次元ほどの値であると考えて良い。しかし、実際の分光分布は、このように 100 次元とい

う多くの自由度はもっており通常比較的小さい基底ベクトルで十分表現できるとされている。

【0124】そこで、コンテンツとして蓄積する画像の分析から主成分分析により特定の画像ごとにR個の基底ベクトルを採取し、これを被写体分光分布基底情報1503として蓄積する。コンテンツ画像が撮像された時の撮影照明分光情報1504とカラーカメラのフィルタ情報1505も同様に蓄積されている。また、色再現端末装置はここではカラー画像の被写体の分光再現を目指し原色が容易に3個以上に拡張可能なプロジェクターを想定し、これを暗室状態で観察するものとする。

【0125】次に、図16を用いてネットワーク色再現システムの動作を説明する。最初に色再現端末装置1506の要求により、ステップ1601、1602にて画像サーバ1101から画像データ1102を受け取る。ステップ1603にて、色再現端末装置1506は、同じく画像サーバ1101から各画像データ1102を撮像したカメラのカメラフィルタ特性情報と撮影時の撮影照明情報を取得する。次に、同じくステップ1604にて、同じく画像データ1102に含まれる被写体の分光分布のR個の基底ベクトルの分光分布情報を取得する。

【0126】次に、ステップ1605にて、被写体分光分布推定プログラム1501が色再現サーバ706から色再現端末装置1506に送出され、ステップ1606において画像データ1102の分光分布推定が行われる。この分光分布の推定は、Nバンドのカラー信号からR個の基底に関する重み係数 a_i (R個)を推定することによって達成される。一般に基底ベクトルを使わない場合の分光分布の推定を考えるとNバンドからP次元の分光データ(50次元程度)の変数を推定する困難の多い作業となり精度が悪くなるが、基底ベクトルを用いることにより推定精度が高くなる。この推定方法としては疑似逆行列解、あるいはウィーナ推定解などが使える。Nバンドのうちk番目のセンサ出力 g_k とすると、 g_k は、センサ分光特性 $S_k(\lambda)$ 、照明 $E_s(\lambda)$ 、被写体分光反射率 $f(\lambda)$ を用いて以下の(数16)のように表現できる。

【0127】

【数16】

$$g_k = \int S_k(\lambda) E_s(\lambda) f(\lambda) d\lambda \quad \dots (式16)$$

【0128】ここで、 $f(\lambda)$ の統計的な性質からR個の基底(主成分)で(数9)のように展開されるとすると、(数16)は以下になる。

【0129】

【数17】

$$g_k = \sum_{i=1}^R a_i \int S_k(\lambda) E_s(\lambda) e^i(\lambda) d\lambda \quad \dots (式17)$$

【0130】これを離散化して行列表現すると、

【0131】

【数18】

$$g = T e a = U a \quad \dots (式18)$$

【0132】ただし、

【0133】

【数19】

$$g = (g_1 \ g_2 \ \dots \ g_N)^T$$

$$T = \begin{bmatrix} S_{11}E_{s1} & S_{12}E_{s2} & \dots & S_{1P}E_{sP} \\ S_{21}E_{s1} & S_{22}E_{s2} & \dots & S_{2P}E_{sP} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ S_{N1}E_{s1} & S_{N2}E_{s2} & \dots & S_{NP}E_{sP} \end{bmatrix}$$

$$e = \begin{bmatrix} e_1^1 & e_1^2 & \dots & e_1^R \\ e_2^1 & e_2^2 & \dots & e_2^R \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ e_P^1 & e_P^2 & \dots & e_P^R \end{bmatrix}$$

$$a = (a_1 \ a_2 \ \dots \ a_R)^T \quad \dots (式19)$$

【0134】となるので、結局(数12)と同じ形式となるため、(数13)および(数14)のように疑似逆行列解、あるいはウィーナ推定解によりベクトル a が推定されて無限次元の量 $f(\lambda)$ が求められる。

【0135】次に、ステップ1609において、求めた分光分布をそのまま再現するため多次元原色変換を行う。これは、求めた基底ベクトルと最終的に再現される原色の分光分布が異なっている一般の系で必要とされる変換である。

【0136】ステップ1610では、多次元原色変換されたデータを多元色プロジェクタで表示する。

【0137】次に、図17を用いてステップ1609に示した多次元原色変換処理について詳細に説明する。1700は、推定されたカラー画像のP次元(バンド)分光分布データであり、これ以降の処理として2つの処理システムを示した。

【0138】処理1は、色再現目標として分光の色再現を目指すものである。1700から1701へ進み観察照明条件1703を考慮して再現目標の分光分布を求め、この再現目標の分光分布になるべく近くなるように1702においてPバンドからQ個の原色へP次元からQ次元への変換を行う($P \geq Q$)。

【0139】もし、観察照明条件が暗室であれば、1701での再現目標分光分布は1700それ自体となるので、Q個の原色の分光分布を用いて分光分布を再生することとなる。Q個の原色の分光特性を $L^i(\lambda)$ ($1 \leq i \leq Q$)として、重み係数 w_i を用いて無限次元の量 $f(\lambda)$ の近似値を作る。

【0140】

【数20】

$$\hat{f}(\lambda) = \sum_{i=1}^Q w_i L^i(\lambda) \quad \dots (式20)$$

【0141】これを行列表現すると、

【0142】

【数21】

$$\hat{f} = L W \quad \dots (式21)$$

【0143】そして、

【0144】

【数22】

$$f = (f_1, f_2, \dots, f_Q)^T$$

$$L = \begin{bmatrix} L_1^1 & L_1^2 & \dots & L_1^Q \\ L_2^1 & L_2^2 & \dots & L_2^Q \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ L_P^1 & L_P^2 & \dots & L_P^Q \end{bmatrix} \quad \dots (式22)$$

$$W = (w_1, w_2, \dots, w_Q)^T$$

【0145】となる。ベクトル f の評価基準として最小二乗誤差を用い、

【0146】

【数23】

$$\frac{\partial J}{\partial X} = 0 \quad \dots (式23)$$

$$J = (f - \hat{f})^T (f - \hat{f})$$

【0147】として解くと、ベクトル W は以下の疑似逆行列で算出できる。

【0148】

【数24】

$$W = (L^T L)^{-1} L^T f \quad \dots (式24)$$

【0149】分光データベクトル f が(数9)のように R 次元の基底の和で表現されている場合には(数11)の行列 e とベクトル a を用いて以下のように表現できる。すなわち P 次元から Q 次元への変換を行う必要はなく1707のように R 次元から Q 次元への変換を行うことでより簡単に実現できる。

$$W = (SL)^T ((SL)(SL)^T)^{-1} X$$

【0157】となり、ウィーナ推定解として

【0158】

$$W = E\{WW^T\} (SL)^T ((SL) E\{WW^T\} (SL)^T)^{-1} X \quad \dots (式29)$$

【0159】となる。ただし、ベクトル W の自己相関行列はあらかじめ与えるものとする。

【0160】(実施の形態6) 図18に、本発明の実施の形態6における別のアプリケーションである遠隔医療システムあるいはTV会議システムに適用したネットワーク色再現システムの構成図を示し、以下に説明する。

【0161】図18に示すように、ネットワーク707上にはユーザA側の色再現端末装置A(1801)とユーザB側の色再現端末装置B(1802)および色再現サーバ706が存在する。色再現サーバ706上には、色変換部プログラム704が存在する。両者の色再現端末装置1801、1802は、カメラ位置を図3の320状態にしてそれぞれのユーザの顔を撮像し、お互いに相手の顔色や患部の色を正しく見ることを目的とする。

【0150】

【数25】

$$W = (L^T L)^{-1} L^T f \quad \dots (式25)$$

【0151】一方、処理2は、多原色再現を用いてはいるが色再現目標としては三刺激値を合致させるもので、1700から撮影照明条件、観察照明条件1706を用いて再現目標XYZ値1704を計算し、次にXYZの3次元からQ原色への変換($Q > 3$)を行うものである。目標とするXYZ値は、分光分布に等色関数を掛けて積分して求め、これを照明条件で補正する。この補正方法は、図13、図14で示した方法のいずれでも可能である。そして同一のXYZ値を生成するQ原色への変換の解は無限個あるが、以下のようにして求めることが可能である。たとえば、

【0152】

【数26】

$$X = (SL) W \quad \dots (式26)$$

【0153】とする。ここで、ベクトル X は目標とする三刺激値、行列 S は等色関数 $x(\lambda)$ 、 $y(\lambda)$ 、 $z(\lambda)$ を離散値化した行列である。

【0154】

【数27】

$$X = (XYZ)^T$$

$$S = \begin{bmatrix} x_1 & x_2 & \dots & x_P \\ y_1 & y_2 & \dots & y_P \\ z_1 & z_2 & \dots & z_P \end{bmatrix} \quad \dots (式27)$$

【0155】ここからベクトル W を求めると、疑似逆行列解として

【0156】

【数28】

$$\dots (式28)$$

【数29】

【0162】遠隔医療システムでは、必ずしも両者が互いに正しい色を見あう必要はなく、医師側が患者側の色再現を正しくすればよいが、本実施形態では互いに正確な色再現を可能とする。前提として、実施の形態1あるいは実施の形態2で示したようにユーザA、Bのカメラプロファイルとディスプレイプロファイル、sRGBプロファイルおよび色変換部プログラム704は色再現サーバ706からユーザA、B各々が取得しているものとする。

【0163】図19には、処理の手順を示し、以下に説明する。まず、ステップ1900でユーザA側の色再現端末装置A(1801)付属の照明センサが色再現端末装置A(1801)での撮像照明情報を取得する。ステップ1901でユーザAをカメラで撮像し、撮像データ

Aを得る。ステップ1902にて、色変換部プログラム704により撮像データAはカメラプロフィールAを用いてXYZ空間に一旦変換し、続いてステップ1903でsRGBプロフィールを用いてsRGBに変換する。ステップ1904でsRGB形式のユーザA側の色再現端末装置A(1801)の撮像データAおよび照明情報Aがネットワーク707に送出される。

【0164】ユーザB側の色再現端末装置B(1802)では、ステップ1705にてこの撮像データAと照明情報Aを取得する。ステップ1906にて、色変換部プログラム704により撮像データAをsRGBからsRGBプロフィールを用いてXYZに変換する。ステップ1907では、XYZに対して照明情報Aを用いて、照明・順応・コントラスト補正を行ってX'Y'Z'とし、ステップ1908にてモニタプロフィールBを用いてディスプレイBのRGBに変換し、ステップ1909にてディスプレイBにユーザAの画像を表示することによりユーザA側の色再現端末装置A(1801)の撮像データAを正しくユーザB側の色再現端末装置B(1802)上で色再現することができる。

【0165】今度は、ユーザB側の色再現端末装置B(1802)側でユーザB側の撮像データBをユーザA側の色再現端末装置A(1801)に送って色再現するには以上のステップ1900から1909まで述べたことを今一度繰り返せばよい。

【0166】具体的には、ステップ1910にて色再現端末装置B(1802)の撮影照明情報Bを取得し、ステップ1911にてユーザBを撮像し、撮像データBを得る。ステップ1912にて、色変換部プログラム704により撮像データBをXYZに変換し、ステップ1913にてsRGBに変換する。

【0167】ステップ1914にて、撮像されたsRGB撮像データBと照明情報Bがネットワーク上に送出され、ステップ1915にてユーザA側の色再現端末装置A(1801)がこれを取得し、ステップ1916にてsRGBからXYZに変換し、ステップ1917にてXYZを照明・順応・コントラスト補正を行い、ステップ1918にてディスプレイAのRGBに変換し、ステップ1919にて色再現端末装置A(1801)上にこのRGB画像を表示することによりユーザBの顔色がディスプレイA上に正しく再現される。

【0168】以上のプロセスが繰り返されて対話的にお互いの顔色が互いのディスプレイ上で正しく再現できるネットワーク色再現が完成する。

【0169】

【発明の効果】このように本発明によれば、特殊な測定装置を用いることなく安価なカラーカメラを用いてユーザ側の色再現端末装置の色再現特性を把握し、ディスプレイ・プロフィールを作成・修正することができユーザ端末の個体差や経時変化によらず正確な色再現が実現で

きる。

【0170】また、色再現端末装置自身がカラーマネジメントをサポートしていなくてもネットワーク上の色再現サーバから色変換部プログラムをダウンロードして実行する仕組みによって世界上のあらゆるコンピュータ上でカラーマネジメントが実行できる。

【0171】さらに、ユーザの種々の観察照明下での色再現を正確にするために色変換として、色の見えを一致させるため順応変換や、被写体の分光分布の推定を行うことにより三刺激値を補正することにより、あるいは分光再現を実現することによりユーザ色再現端末装置上で撮像時や観察時の照明によらない正確な色再現を実現でき、ネットワークを用いる様々なアプリケーションにおいて非常に大きな効果が得られる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施の形態1における色再現端末装置の構成図

【図2】本発明の実施の形態1における色再現端末装置の外観図

【図3】色再現端末装置のカメラヘッドに関する3種類の設定方法を説明する図

【図4】プロジェクターを用いた色再現端末装置の外観図

【図5】カラーマネジメントをサポートした色再現端末装置の動作を説明する概念図

【図6】カラーマネジメントをサポートしていない色再現端末装置の動作を説明する概念図

【図7】本発明の実施の形態1におけるネットワーク色再現システムの構成図

【図8】ディスプレイ・プロフィール作成に関する流れ図

【図9】本発明の実施の形態2における色再現端末装置の構成図

【図10】本発明の実施の形態2における色再現端末装置の外観図

【図11】本発明の実施の形態3における電子ショッピングに関するネットワーク色再現システムの構成図

【図12】電子ショッピングに関するネットワーク色再現システムの動作を説明する流れ図

【図13】照明・順応・コントラスト補正処理を説明する流れ図

【図14】本発明の実施の形態4における色再現端末装置の照明・順応・コントラスト補正処理を説明する流れ図

【図15】本発明の実施の形態5における電子ショッピングにおけるネットワーク色再現システムの構成図

【図16】電子ショッピングにおけるネットワーク色再現システムの動作を説明する流れ図

【図17】ネットワーク色再現システムの多次元原色変換処理を詳細に説明する図

【図18】本発明の実施の形態6における遠隔医療に関するネットワーク色再現システムの第2の構成図

【図19】遠隔医療に関するネットワーク色再現システムの動作を説明する流れ図

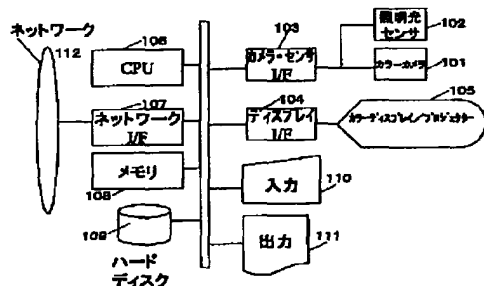
【図20】従来の技術を示す図

【符号の説明】

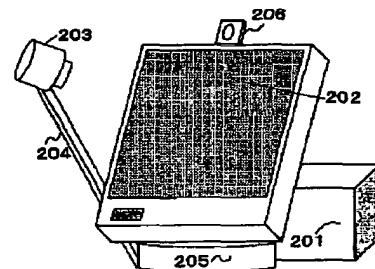
101 カラーカメラ
102 照明光センサ
103 カメラ・センサI/F
104 ディスプレイI/F
105 カラーディスプレイ/プロジェクター
106 CPU
107 ネットワークI/F
108 メモリ
109 ハードディスク
110 入力手段
111 出力手段
112 ネットワーク
201 コンピュータシステム
202 カラーディスプレイ
203 カラーカメラ・ヘッド
204 カメラ・アーム
205 ディスプレイ台
206 照明光センサ
322 ユーザ
401 カラープロジェクター
402 スクリーン
403 投影されたカラー画像
501 ネットワーク
502 画像データ
504 色変換プロファイル
506 色変換部

601 ネットワーク
602 ディスプレイ・プロファイル
603 画像データ
604 色変換部
605 ディスプレイ
606 ブラウザー
607 OS
701 色票データ
702 カメラプロファイルデータベース
703 プロファイル作成プログラム
704 色変換部プログラム
705 ユーザ側色再現端末装置
706 色再現サーバ
707 ネットワーク
901 人物撮像カメラ
902 ディスプレイ観測カメラ
1001 人物撮像カメラ
1002 ディスプレイ観測カメラ
1003 色票領域
1101 電子ショッピング用画像サーバ
1102 画像データ
1103 sRGBプロファイル
1104 撮影照明情報
1501 被写体分光分布推定プログラム
1503 被写体分光分布基底情報
1504 撮影照明情報
1505 カメラフィルタ特性
1506 ユーザ側色再現端末装置
1801 ユーザA側色再現端末装置A
1802 ユーザB側色再現端末装置B
1803 ディスプレイA
1804 ディスプレイB

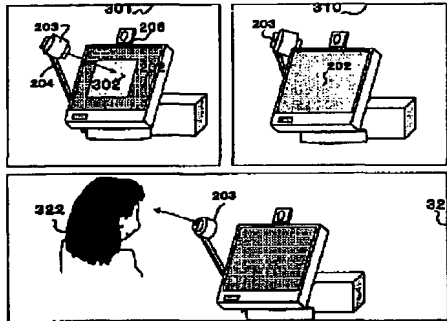
【図1】



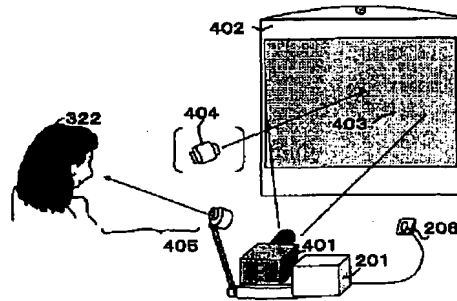
【図2】



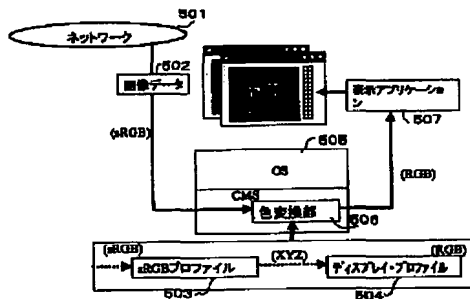
【図3】



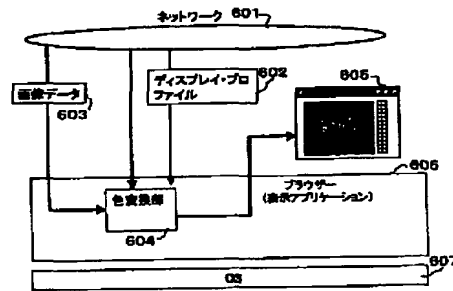
【図4】



【図5】

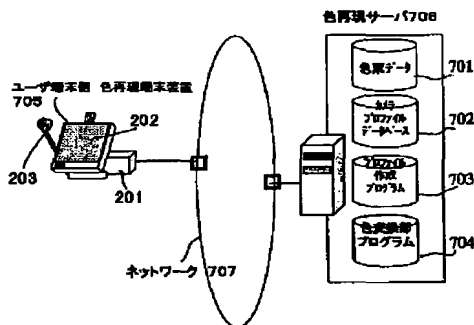


【図6】

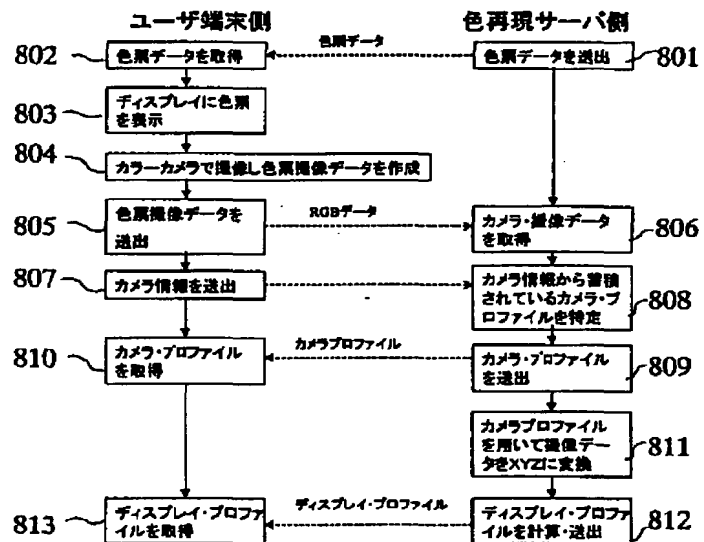
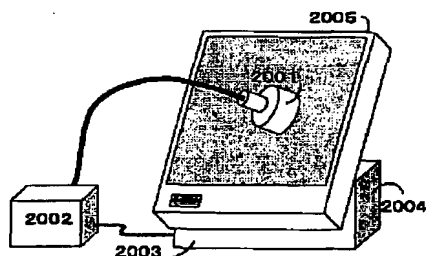


【図8】

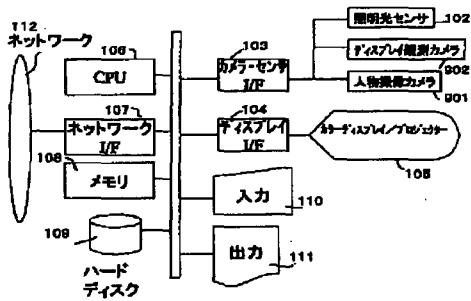
【図7】



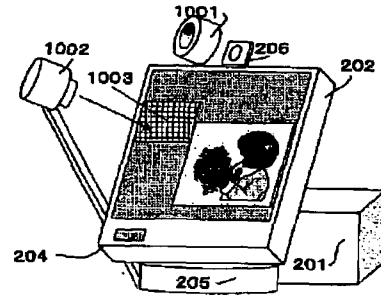
【図20】



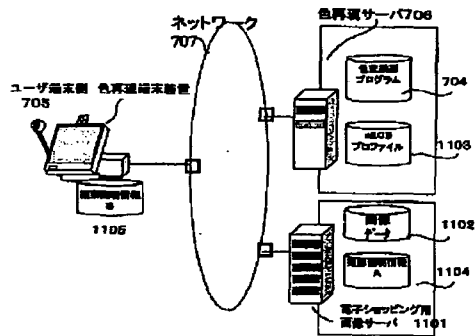
【図9】



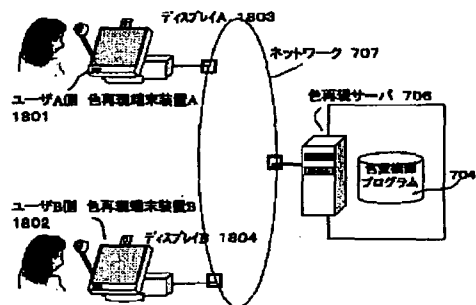
【図10】



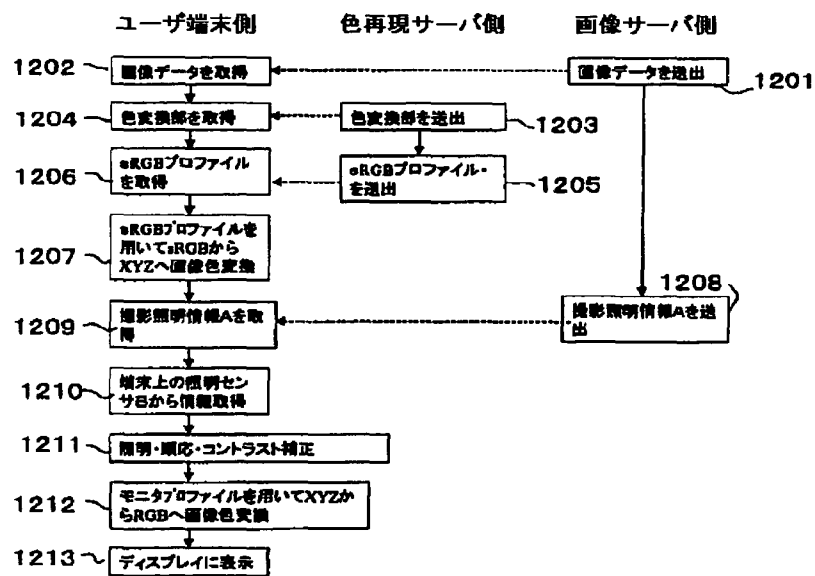
【図11】



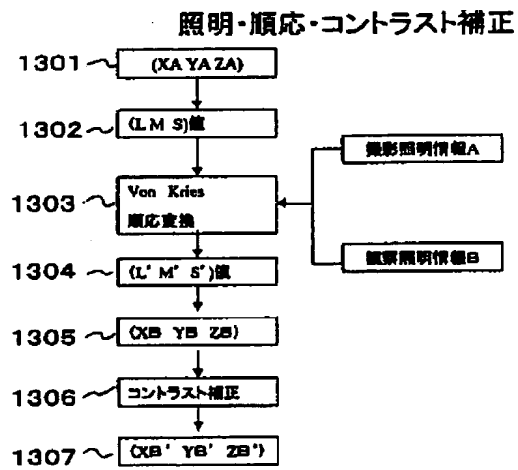
【図18】



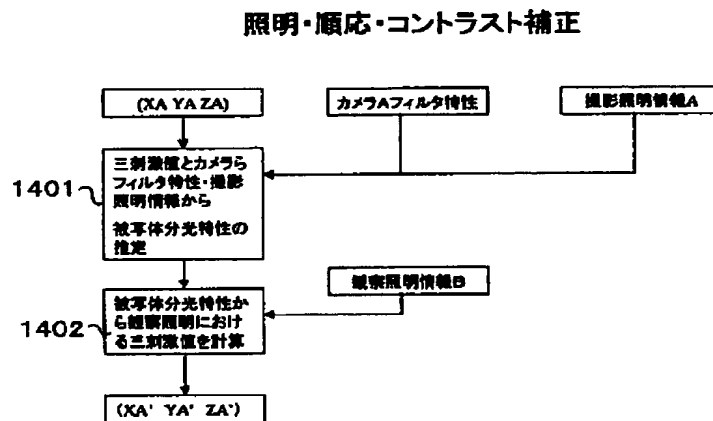
【図12】



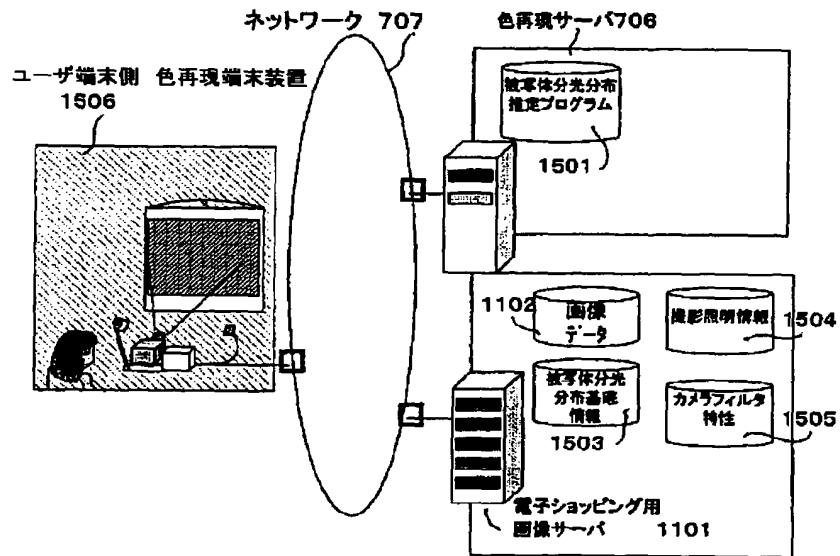
【図13】



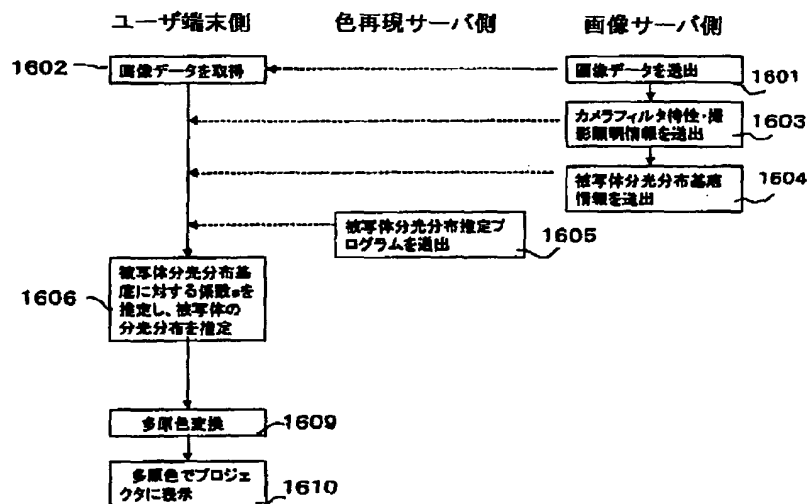
【図14】



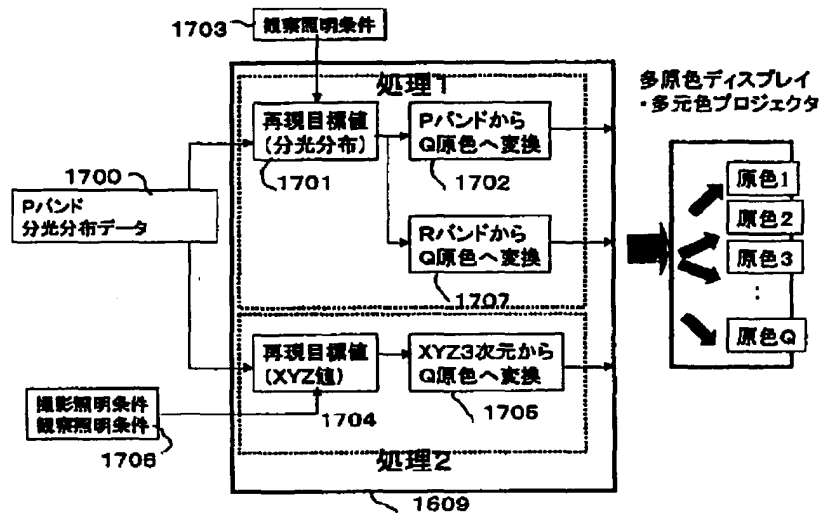
【図15】



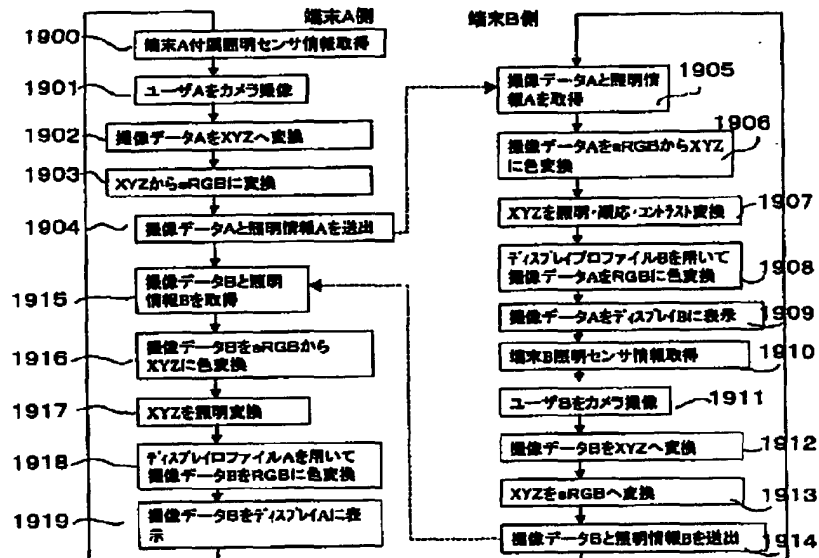
【図16】



【図17】



【図19】



フロントページの続き

(51) Int. Cl.⁷
H04N 9/64

識別記号

FI
H04N 1/46

キーワード (参考)
Z